

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年 7月24日

出願番号

Application Number: 特願2002-214971

[ST.10/C]:

[JP2002-214971]

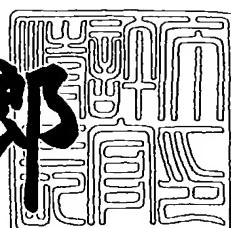
出願人

Applicant(s): ティーディーケイ株式会社

2003年 5月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3034284

【書類名】 特許願

【整理番号】 TD04056

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01F 05/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

【氏名】 上島 聰史

【特許出願人】

【識別番号】 000003067

【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100107559

【弁理士】

【氏名又は名称】 星宮 勝美

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 064839

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パターン化薄膜およびその形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 積層されたM層（Mは2以上の整数）の部分層を有するパターン化薄膜を形成する方法であって、

それぞれフレームめっき法によって1層目の部分層からM層目の部分層までを順に形成する各工程を備え、この各工程は、それぞれ、

下層の上に液状レジストを塗布して塗布膜を形成する工程と、

前記塗布膜に対して熱処理を施すことによってレジスト層を形成する熱処理工程と、

前記レジスト層をパターニングして、溝部を有するフレームを形成する工程と

前記フレームを用いてめっきを行って部分層を形成するめっき工程とを含み、

N層目（Nは1以上、M-1以下の整数）の部分層を形成する工程中のめっき工程は、部分層が、前記溝部内に収納され且つ側壁を有する第1の部分と、前記溝部よりみ出し且つ前記第1の部分に連結された第2の部分とを含み、前記第2の部分は前記第1の部分の側壁よりも外側に張り出した張り出し部を有するように、部分層を形成することを特徴とするパターン化薄膜形成方法。

【請求項2】 N層目の部分層を形成する工程中のめっき工程は、隣り合う張り出し部同士が接触しないように部分層を形成することを特徴とする請求項1記載のパターン化薄膜形成方法。

【請求項3】 N層目の部分層を形成する工程中のめっき工程は、隣り合う張り出し部同士が接触するように部分層を形成し、

N層目の部分層を形成する工程は、更に、前記めっき工程の後で、隣り合う張り出し部同士が分離されるよう、張り出し部の少なくとも一部をエッチングによって除去する工程を含むことを特徴とする請求項1記載のパターン化薄膜形成方法。

【請求項4】 1層目の部分層からM層目（Mは2以上の整数）の部分層まで順に積層されたM層の部分層を備えたパターン化薄膜であって、

N層目（Nは1以上、M-1以下の整数）の部分層は、側壁を有する第1の部分と、前記第1の部分におけるN+1層目の部分層に近い端部に連結された第2の部分とを含み、前記第2の部分は前記第1の部分の側壁よりも外側に張り出した張り出し部を有することを特徴とするパターン化薄膜。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、積層された複数の部分層を有するパターン化薄膜およびその形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

パターン化された薄膜（本出願においてパターン化薄膜と言う。）を形成する方法の一つとして、例えば特公昭56-36706号公報に示されるようなフレームめっき法がある。このフレームめっき法では、例えば基板の上に電極膜を形成し、その上にレジスト層を形成し、このレジスト層をフォトリソグラフィによりパターンニングして、めっきのためのフレーム（外枠）を形成する。そして、このフレームを用い、先に形成した電極膜を電極およびシード層として用いて電気めっきを行って、パターン化薄膜を形成する。

【0003】

フレームめっき法によって形成されるパターン化薄膜は、例えばマイクロデバイスに使用される。このようなマイクロデバイスとしては、薄膜インダクタ、薄膜磁気ヘッド、半導体デバイス、薄膜を用いたセンサ、薄膜を用いたアクチュエータ等がある。このような用途では、例えばマイクロデバイスの集積度を高めるために、幅が小さく且つ膜厚が大きいパターン化薄膜が必要とされる場合がある。

【0004】

ここで、フレームめっき法によって上述の幅が小さく且つ膜厚が大きいパター

ン化薄膜を形成する場合について考える。この場合、単層のフレームを用いてパターン化薄膜を形成しようとすると、溝部の幅が小さく且つ膜厚が大きいフレームを形成する必要が生じる。しかしながら、このようなフレームを精度よく形成することは大変難しい。

【0005】

そこで、例えば特開平8-330736号公報に示されるように、2層以上のめっき層を積層してパターン化薄膜を形成する方法が提案されている。以下、この方法について説明する。この方法では、まず、例えば基板の上に電極膜を形成し、その上に1層目のレジスト層を形成し、この1層目のレジスト層をフォトリソグラフィによりパターニングして、1層目のフレームを形成する。次に、この1層目のフレームを用い、電極膜に電流を流して電気めっきを行って、1層目のめっき層を形成する。次に、1層目のフレームを剥離せずに、これをハードベークする。次に、1層目のフレームおよび1層目のめっき層の上に、2層目のレジスト層を形成し、この2層目のレジスト層をフォトリソグラフィによりパターニングして、2層目のフレームを形成する。次に、この2層目のフレームを用い、1層目のめっき層を形成する際に用いた電極膜に電流を流して電気めっきを行って、2層目のめっき層を形成する。2層目のめっき層は、1層目のめっき層の上に積層される。次に、有機溶剤によって1層目のフレームおよび2層目のフレームを剥離する。最後に、ウェットエッチングまたはドライエッチングによって、電極膜のうち、1層目のめっき層の下に存在する部分以外の部分を除去する。

【0006】

なお、1層目のめっき層の上に2層目のめっき層を形成する工程と同様の工程によって、2層目のめっき層の上に更に1層以上のめっき層を積層してもよい。また、2層目以降のめっき層は、その下のめっき層の少なくとも一部に接触していればよく、重なる2つのめっき層のパターンが異なっていてもよい。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上述のパターン化薄膜を形成する方法において、液状レジストを用いて各レジスト層を形成する場合には、液状レジストを塗布して塗布膜を形成した後に、塗

布膜中の溶剤の蒸発と、塗布膜とその下地との密着性向上のために、塗布膜の熱処理、すなわちプリベークが必要になる。

【0008】

ところが、液状レジストを用いて各レジスト層を形成する場合には、以下のような問題が生じることが分かった。それは、2層目以降のレジスト層の形成の際のプリベーク時に、形成対象のレジスト層用の塗布膜あるいはその塗布膜よりも下に存在するレジスト層（フレーム）が発泡して、形成対象のレジスト層を綺麗に形成することが困難になるという問題点である。

【0009】

前出の特開平8-330736号公報は、ドライフィルムフォトレジストを用いて、1層目および2層目のレジスト層を形成する例を開示している。ドライフィルムフォトレジストを用いてレジスト層を形成する場合には、上述のようなプリベーク時の発泡は生じない。しかしながら、ドライフィルムフォトレジストを用いて形成したレジスト層は、液状レジストを用いて形成したレジスト層に比べて解像度が低い。そのため、ドライフィルムフォトレジストを用いてレジスト層を形成する場合には、微細なパターン化薄膜を形成することが難しいという問題点がある。

【0010】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、フレームめっき法を用いて、幅が小さく且つ膜厚が大きいパターン化薄膜を形成できるようにしたパターン化薄膜形成方法を提供することにある。

【0011】

また、本発明の第2の目的は、フレームめっき法を用いて、幅が小さく且つ膜厚が大きくなるように形成することの可能なパターン化薄膜を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明のパターン化薄膜形成方法は、積層されたM層（Mは2以上の整数）の部分層を有するパターン化薄膜を形成する方法であって、

それぞれフレームめっき法によって1層目の部分層からM層目の部分層までを順に形成する各工程を備え、この各工程は、それぞれ、

下層の上に液状レジストを塗布して塗布膜を形成する工程と、

塗布膜に対して熱処理を施すことによってレジスト層を形成する熱処理工程と

レジスト層をパターニングして、溝部を有するフレームを形成する工程と、

フレームを用いてめっきを行って部分層を形成するめっき工程とを含み、

N層目（Nは1以上、M-1以下の整数）の部分層を形成する工程中のめっき工程は、部分層が、溝部内に収納され且つ側壁を有する第1の部分と、溝部よりはみ出し且つ第1の部分に連結された第2の部分とを含み、第2の部分は第1の部分の側壁よりも外側に張り出した張り出し部を有するように、部分層を形成するものである。

【0013】

本発明のパターン化薄膜形成方法では、N層目の部分層が、フレームの溝部内に収納され且つ側壁を有する第1の部分と、溝部よりはみ出し且つ第1の部分に連結された第2の部分とを含み、第2の部分は第1の部分の側壁よりも外側に張り出した張り出し部を有するように、N層目の部分層が形成される。これにより、本発明では、N+1層目の部分層を形成する工程中の熱処理工程において、塗布膜あるいはその塗布膜よりも下に存在するフレームが発泡することを防止することが可能になる。

【0014】

本発明のパターン化薄膜形成方法において、N層目の部分層を形成する工程中のめっき工程は、隣り合う張り出し部同士が接触しないように部分層を形成してもよい。

【0015】

また、本発明のパターン化薄膜形成方法において、N層目の部分層を形成する工程中のめっき工程は、隣り合う張り出し部同士が接触するように部分層を形成し、N層目の部分層を形成する工程は、更に、めっき工程の後で、隣り合う張り出し部同士が分離されるよう、張り出し部の少なくとも一部をエッチングによっ

て除去する工程を含んでいてもよい。

【0016】

本発明のパターン化薄膜は、1層目の部分層からM層目（Mは2以上の整数）の部分層まで順に積層されたM層の部分層を備えたものであって、

N層目（Nは1以上、M-1以下の整数）の部分層は、

側壁を有する第1の部分と、

第1の部分におけるN+1層目の部分層に近い端部に連結された第2の部分とを含み、

第2の部分は第1の部分の側壁よりも外側に張り出した張り出し部を有するものである。

【0017】

本発明のパターン化薄膜では、N層目の部分層は、側壁を有する第1の部分と、第1の部分におけるN+1層目の部分層に近い端部に連結された第2の部分とを含み、第2の部分は第1の部分の側壁よりも外側に張り出した張り出し部を有する。これにより、本発明では、フレームめっき法によってN+1層目の部分層を形成するために用いられるレジスト層を綺麗に形成することが可能になる。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[第1の実施の形態]

まず、図1を参照して、本発明の第1の実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法が適用されるマイクロデバイスの一例としての薄膜インダクタについて説明する。図1は本実施の形態における薄膜インダクタの斜視図である。

【0019】

図1に示した薄膜インダクタは、基板101と、この基板101の上に形成された薄膜コイル102と、薄膜コイル102の各端部に接続された2つのリード103とを備えている。

【0020】

薄膜コイル102は、それぞれフレームめっき法によって形成され、積層され

た2層の部分層102A, 102Bを有している。薄膜コイル102は、本実施の形態に係るパターン化薄膜に対応する。

【0021】

また、図1に示した例では、リード103も、それぞれフレームめっき法によって形成され、積層された2層の部分層103A, 103Bを有している。従って、リード103も、本実施の形態に係るパターン化薄膜形成に対応する。なお、リード103は、必ずしも2層の部分層103A, 103Bを有している必要はなく、1つの層で構成されていてもよい。

【0022】

次に、図2ないし図12を参照して、本実施の形態に係るパターン化薄膜およびその形成方法について詳しく説明する。本実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法では、まず、図2に示したように、基板1の上に、例えばスパッタ法によって電極膜2を形成する。基板1の材料は、シリコン(Si)等の半導体でもよいし、アルティック($Al_2O_3 \cdot TiC$)等のセラミックでもよいし、ポリエチレンテレフタレート等の樹脂でもよい。電極膜2は、金属等の導電材料によって形成される。また、電極膜2の材料は、電極膜2の上に形成される部分層の材料と同じ組成のものを用いるのが好ましい。また、電極膜2は、一層で構成されていてもよいし、複数の層で構成されていてもよい。電極膜2の材料としては、例えば銅(Cu)が用いられる。

【0023】

次に、図3に示したように、パターン化薄膜の下地となる電極膜2の上に、スピニコート法等により液状レジストを塗布して、塗布膜3Aを形成する。なお、液状レジストは、ポジ型でもよいしネガ型でもよい。

【0024】

次に、図4に示したように、塗布膜3A中の溶剤の蒸発と、塗布膜3Aとその下層との密着性向上のために、塗布膜3Aに対して、所定の温度および所定の時間の熱処理、すなわちプリベークを施す。これにより、1層目のレジスト層3Bが形成される。図4は、ホットプレート20を用いて上記熱処理を行う例を示している。しかし、熱処理は、赤外線ヒータを用いる方法等の他の方法で行っても

よい。

【0025】

次に、図5に示したように、マスク4を介してレジスト層3Bの露光を行い、レジスト層3Bに、マスク4のパターンに対応した潜像を形成する。次に、必要に応じて、レジスト層3Bに対して熱処理、すなわち現像前ベークを施す。

【0026】

次に、図6に示したように、レジスト層3Bを現像液によって現像し、水洗し、乾燥させて、残ったレジスト層3Bによって、1層目の部分層を形成するための1層目のフレーム5を形成する。フレーム5は溝部5aを有している。なお、図6には、レジスト層3Bの形成に用いられる液状レジストがポジ型で、そのため、レジスト層3Bのうち、露光された部分が現像後に除去される例を示している。

【0027】

このようにして、フォトリソグラフィによってレジスト層3Bがバターニングされて、フレーム5が形成される。

【0028】

次に、必要に応じてめっき前処理を行った後、図7に示したように、フレーム5を用い、電極膜2に電流を流して電気めっきを行って、1層目の部分層6を形成する。部分層6は、金属等の導電材料によって形成される。部分層6の材料としては、例えば銅(Cu)が用いられる。

【0029】

部分層6を形成する工程では、部分層6の厚さがフレーム5の厚さよりも大きくなり、部分層6の一部が溝部5aよりはみ出してフレーム5の上面の上に張り出す(オーバーハングする)ように部分層6を形成する。

【0030】

部分層6は、溝部5a内に収納され且つ側壁61aを有する第1の部分61と、溝部5aよりはみ出し且つ第1の部分61に連結された第2の部分62とを含む。第2の部分62は、第1の部分61の側壁61aよりも外側に張り出した張り出し部62aを有する。部分層6の断面形状はT形となる。張り出し部62a

の下面と側壁61aとは、90°あるいは90°に近い角度をなしている。

【0031】

本実施の形態では、隣り合う張り出し部62a同士が接触しないように部分層6を形成する。

【0032】

次に、図8に示したように、フレーム5および部分層6の上に、スピンドルコート法等により液状レジストを塗布して、塗布膜7Aを形成する。なお、液状レジストは、ポジ型でもよいしネガ型でもよい。また、塗布膜7Aを形成するための液状レジストの成分（ベース樹脂、感光剤、溶剤）は、塗布膜3Aを形成するための液状レジストの成分と同じでもよいし、一部または全部が異なっていてもよい。

【0033】

次に、図9に示したように、塗布膜7A中の溶剤の蒸発と、塗布膜7Aとその下層との密着性向上のために、塗布膜7Aに対して、所定の温度および所定の時間の熱処理、すなわちプリベークを施す。これにより、2層目のレジスト層7Bが形成される。図9は、ホットプレート20を用いて上記熱処理を行う例を示している。しかし、熱処理は、赤外線ヒータを用いる方法等の他の方法で行ってよい。

【0034】

次に、図10に示したように、マスク8を介してレジスト層7Bの露光を行い、レジスト層7Bに、マスク8のパターンに対応した潜像を形成する。次に、必要に応じて、レジスト層7Bに対して熱処理、すなわち現像前ベークを施す。なお、マスク8のパターンは、後で形成される2層目の部分層が1層目の部分層6の少なくとも一部に接触することになるようなパターンであればよい。図10に示した例では、マスク8のパターンは、マスク4のパターンと同じである。

【0035】

次に、図11に示したように、レジスト層7Bを現像液によって現像し、水洗し、乾燥させて、残ったレジスト層7Bによって、2層目の部分層を形成するための2層目のフレーム9を形成する。フレーム9は溝部9aを有している。なお

、図11には、レジスト層7Bの形成に用いられる液状レジストがポジ型で、そのため、レジスト層7Bのうち、露光された部分が現像後に除去される例を示している。

【0036】

このようにして、フォトリソグラフィによってレジスト層7Bがパターニングされて、フレーム9が形成される。

【0037】

次に、必要に応じてめっき前処理を行った後、図12に示したように、フレーム9を用い、電極膜2に電流を流して電気めっきを行って、フレーム9の溝部9a内に2層目の部分層10を形成する。2層目の部分層10は、1層目の部分層6の第2の部分62の上に積層される。部分層10は、金属等の導電材料によって形成される。部分層10の材料としては、例えば銅(Cu)が用いられる。

【0038】

部分層10を形成する工程では、部分層10の厚さがフレーム9の厚さ以下となるように部分層10を形成してもよいし、部分層6と同様に、部分層10の厚さがフレーム9の厚さよりも大きくなり、部分層10の一部が溝部9aよりはみ出してフレーム9の上面の上に張り出すように部分層10を形成してもよい。

【0039】

次に、例えば、図12に示した積層体を有機溶剤に浸漬し、振動することによって、図13に示したように、1層目のフレーム5および2層目のフレーム9を溶解させて除去する。

【0040】

最後に、図14に示したように、部分層6, 10をマスクとして、ウェットエッティングによって、あるいはイオンミリング、反応性イオンエッティング等のドライエッティングによって、電極膜2のうち、1層目の部分層6の下に存在する部分以外の部分を除去する。このようにして、それぞれフレームめっき法によって形成され、積層された2層の部分層6, 10を有するパターン化薄膜が形成される

【0041】

以上説明したように、本実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法は、フレームめっき法によって1層目の部分層6を形成する工程と、フレームめっき法によって1層目の部分層6の上に2層目の部分層10を形成する工程とを備えている。

【0042】

各部分層6、10を形成する工程は、それぞれ、下層の上に液状レジストを塗布して塗布膜(3A、7A)を形成する工程と、塗布膜(3A、7A)に対して所定の温度および所定の時間の熱処理を施すことによってレジスト層(3B、7B)を形成する熱処理工程と、フォトリソグラフィによってレジスト層(3B、7B)をパターニングして、溝部(5a、9a)を有するフレーム(5、9)を形成する工程と、フレーム(5、9)を用いてめっきを行って部分層(6、10)を形成するめっき工程とを含んでいる。

【0043】

1層目の部分層6を形成する工程中のめっき工程は、部分層6が、フレーム5の溝部5a内に収納され且つ側壁61aを有する第1の部分61と、溝部5aよりはみ出し且つ第1の部分61に連結された第2の部分62とを含み、第2の部分62は第1の部分61の側壁61aよりも外側に張り出した張り出し部62aを有するように、部分層6を形成する。また、本実施の形態では、隣り合う張り出し部62a同士が接触しないように部分層6を形成する。

【0044】

本実施の形態に係るパターン化薄膜は、1層目の部分層6と、この部分層6の上に積層された2層目の部分層10とを備えている。1層目の部分層6は、側壁61aを有する第1の部分61と、第1の部分61における2層目の部分層10に近い端部に連結された第2の部分62とを含んでいる。第2の部分62は、第1の部分61の側壁61aよりも外側に張り出した張り出し部62aを有している。張り出し部62aの下面と側壁61aとは、90°あるいは90°に近い角度をなしている。

【0045】

ところで、液状レジストを用いて各レジスト層3B、7Bを形成する場合にお

いて、1層目の部分層6を、第1の部分61のみからなる形状にすると、以下のような問題が生じる。すなわち、レジスト層7Bの形成の際の熱処理時に、塗布膜7Aあるいはその塗布膜7Aよりも下に存在するフレーム5が発泡して、レジスト層7Bを綺麗に形成することが困難になる。レジスト層7Bの形成の際の熱処理時に、塗布膜7Aまたはフレーム5が発泡する原因の一つは、次のように考えられる。すなわち、部分層6の形成後に、フレーム5の溝部5aにおける壁部と部分層6の側壁との間に隙間が生じ、この隙間に空気等のガスが入り込む。そして、このガスが、レジスト層7Bの形成の際の熱処理時に、隙間から抜けて、上述の発泡が生じると考えられる。

【0046】

本実施の形態では、前述のように、1層目の部分層6は、第1の部分61と第2の部分62とを含み、第2の部分62は張り出し部62aを有している。張り出し部62aは、フレーム5の溝部5aにおける壁部と部分層6の第1の部分61の側壁61aとの間の隙間に空気等のガスが入り込むことを防ぐ。従って、本実施の形態によれば、レジスト層7Bの形成の際の熱処理時に、塗布膜7Aまたはフレーム5が発泡することを防止することができる。その結果、本実施の形態によれば、2層目のレジスト層7Bを綺麗に形成することができる。

【0047】

また、本実施の形態では、液状レジストを用いて形成したレジスト層3B、7Bを形成している。そのため、本実施の形態によれば、ドライフィルムフォトレジストを用いてレジスト層3B、7Bを形成する場合に比べて、解像度の高いレジスト層3B、7Bを形成することができる。その結果、本実施の形態によれば、微細なパターン化薄膜を形成することが可能になる。

【0048】

以上のことから、本実施の形態によれば、フレームめっき法を用いて、幅が小さく且つ膜厚が大きいパターン化薄膜を形成することが可能になる。

【0049】

次に、本実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法の実施例について説明する。本実施例では、基板1として、直径3インチ(76.2mm)、厚さ0.4m

mのシリコン基板を用いた。本実施例のパターン化薄膜形成方法では、まず、スパッタ装置を用いて、基板1の上に、以下の条件でCuをスパッタリングして、Cuよりなる厚さ100nmの電極膜2を形成した。スパッタ装置としては、日電アネルバ社製の直流スパッタ装置SPF-740H（製品名）を用いた。スパッタ装置におけるターゲットはCuとした。スパッタ装置の出力は1000Wとした。スパッタ装置におけるスパッタ室内には、Arガスを50sccmの流量で供給した。スパッタ室内におけるArガスの圧力は、2.0mTorr（約0.266Pa）とした。

【0050】

次に、電極膜2の上に、スピンドルコート法により液状レジストを塗布して、塗布膜3Aを形成した。レジストとしては、クラリアント社製AZP4620（製品名）を使用した。塗布膜3Aの厚みは50μmとした。

【0051】

次に、塗布膜3Aに対して、ホットプレート20を用いて熱処理を施して、レジスト層3Bを形成した。熱処理の温度は110℃とし、熱処理の時間は300秒（5分）とした。

【0052】

次に、露光装置を用いて、以下の条件で、マスク4を介してレジスト層3Bの露光を行い、レジスト層3Bに、マスク4のパターンに対応した潜像を形成した。露光装置としては、キャノン社製PLA-501FA（製品名）を用いた。マスク4のパターンは、透光部が10ターンの渦巻き状をなし、遮光部と透光部の幅がいずれも35μmで、透光部のピッチが70μmとなるパターンとした。露光量（Dose）は、3000mJ/cm²とした。また、露光法としてはプロキシミティー露光法を用いた。

【0053】

次に、現像液として規定度0.3NのKOHの水溶液を用いて、パドル法によって、レジスト層3Bに対して、250秒間の現像を10回行った。その後、レジスト層3Bを水洗し、乾燥させて、1層目のフレーム5を完成させた。

【0054】

次に、フレーム5を用いて電気めっきを行って、Cuよりなる1層目の部分層6を形成した。めっき浴としては、Cuのめっきに用いられる一般的な硫酸銅浴を用いた。部分層6の厚さは60μmとし、部分層6の一部が溝部5aよりはみ出してフレーム5の上面の上に張り出すようにした。

【0055】

次に、フレーム5および部分層6の上に、スピンドルコート法により液状レジストを塗布して、塗布膜7Aを形成した。レジストとしては、クラリアント社製AZP4620（製品名）を使用した。塗布膜7Aの厚みは50μmとした。

【0056】

次に、塗布膜7Aに対して、ホットプレート20を用いて熱処理を施して、レジスト層7Bを形成した。熱処理の温度は110℃とし、熱処理の時間は300秒（5分）とした。

【0057】

次に、露光装置を用いて、以下の条件で、マスク8を介してレジスト層7Bの露光を行い、レジスト層7Bに、マスク8のパターンに対応した潜像を形成した。露光装置としては、キャノン社製PLA-501FA（製品名）を用いた。マスク8のパターンは、透光部が10ターンの渦巻き状をなし、遮光部と透光部の幅がいずれも35μmで、透光部のピッチが70μmとなるパターンとした。露光量（Dose）は、3000mJ/cm²とした。また、露光法としてはプロキシミティー露光法を用いた。

【0058】

次に、現像液として規定度0.3NのKOHの水溶液を用いて、パドル法によって、レジスト層7Bに対して、250秒間の現像を10回行った。その後、レジスト層7Bを水洗し、乾燥させて、2層目のフレーム9を完成させた。

【0059】

次に、フレーム9を用いて電気めっきを行って、フレーム9の溝部9a内に、Cuよりなる2層目の部分層10を形成した。めっき浴としては、Cuのめっきに用いられる一般的な硫酸銅浴を用いた。部分層10の厚さは50μmとした。

【0060】

次に、部分層6、10を含む積層体を、アセトン中に浸漬し、揺動することによって、フレーム5、9を溶解させて除去した。

【0061】

次に、イオンミリング装置を用いて、下記の条件で、電極膜2を選択的にエッティングして、電極膜2のうち、1層目の部分層6の下に存在する部分以外の部分を除去した。イオンミリング装置としては、コモンウェルス社製8C（製品名）を用いた。イオンミリング装置における出力は、500W、500mAとした。エッティング室内のガスの圧力は3mTorr（約0.399Pa）とした。イオン照射角度は0°（イオン照射方向が基板に垂直）とした。

【0062】

このようにして、部分層6、10からなり、ピッチが70μm、厚さが110μmで、10ターンの薄膜コイルが得られた。

【0063】

なお、上記実施例との比較のために、部分層6の厚さを50μm以下とし、他の条件は上記実施例と同様にして、塗布膜7Aに対して熱処理を施す工程までを行う実験を行った。この実験では、塗布膜7Aに対する熱処理時に塗布膜7Aが発泡して、パターニング可能なレジスト層7Bを形成することはできなかった。

【0064】

【第2の実施の形態】

次に、図15ないし図23を参照して、本発明の第2の実施の形態に係るパターン化薄膜およびその形成方法について説明する。

【0065】

本実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法では、図6に示したように、1層目のフレーム5を形成する工程までは、第1の実施の形態と同様である。本実施の形態では、次に、必要に応じてめっき前処理を行った後、図15に示したように、フレーム5を用い、電極膜2に電流を流して電気めっきを行って、1層目の部分層6を形成する。部分層6は、金属等の導電材料によって形成される。部分層6の材料としては、例えば銅（Cu）が用いられる。

【0066】

本実施の形態では、隣り合う張り出し部62a同士が接触するように部分層6を形成する。部分層6のその他の特徴は第1の実施の形態と同様である。

【0067】

次に、図16に示したように、フレーム5および部分層6の上に塗布膜7Aを形成する。塗布膜7Aの材料や形成方法は第1の実施の形態と同様である。

【0068】

次に、図17に示したように、塗布膜7A中の溶剤の蒸発と、塗布膜7Aとその下層との密着性向上のために、塗布膜7Aに対して、所定の温度および所定の時間の熱処理、すなわちプリベークを施す。これにより、2層目のレジスト層7Bが形成される。図17は、ホットプレート20を用いて上記熱処理を行う例を示している。しかし、熱処理は、赤外線ヒータを用いる方法等の他の方法で行ってもよい。

【0069】

次に、図18に示したように、マスク8を介してレジスト層7Bの露光を行い、レジスト層7Bに、マスク8のパターンに対応した潜像を形成する。次に、必要に応じて、レジスト層7Bに対して熱処理、すなわち現像前ベークを施す。なお、マスク8のパターンは、第1の実施の形態と同様である。

【0070】

次に、図19に示したように、レジスト層7Bを現像液によって現像し、水洗し、乾燥させて、残ったレジスト層7Bによって、2層目の部分層を形成するための2層目のフレーム9を形成する。フレーム9は溝部9aを有している。なお、図19には、レジスト層7Bの形成に用いられる液状レジストがポジ型で、そのため、レジスト層7Bのうち、露光された部分が現像後に除去される例を示している。

【0071】

このようにして、フォトリソグラフィによってレジスト層7Bがパターニングされて、フレーム9が形成される。

【0072】

次に、必要に応じてめっき前処理を行った後、図20に示したように、フレー

ム9を用い、電極膜2に電流を流して電気めっきを行って、フレーム9の溝部9a内に2層目の部分層10を形成する。2層目の部分層10は、1層目の部分層6の第2の部分62の上に積層される。部分層10は、金属等の導電材料によって形成される。部分層10の材料としては、例えば銅(Cu)が用いられる。

【0073】

部分層10を形成する工程では、部分層10の厚さがフレーム9の厚さ以下となるように部分層10を形成してもよいし、部分層6と同様に、部分層10の厚さがフレーム9の厚さよりも大きくなり、部分層10の一部が溝部9aよりはみ出してフレーム9の上面の上に張り出すように部分層10を形成してもよい。

【0074】

次に、例えば、図20に示した積層体を有機溶剤に浸漬し、揺動することによって、図21に示したように、2層目のフレーム9の全体と、1層目のフレーム5の一部を溶解させて除去する。この時点では、1層目のフレーム5のうち、張り出し部62aによって上面が完全に覆われている部分は残っている。以下、この部分を残部5Aと言う。

【0075】

次に、図22に示したように、部分層10をマスクとして、ウェットエッティングによって、あるいはイオンミリング、反応性イオンエッティング等のドライエッティングによって、隣り合う張り出し部62a同士が分離されるよう、張り出し部62aの少なくとも一部を除去する。

【0076】

次に、例えば、図22に示した積層体を有機溶剤に浸漬し、揺動することによって、図23に示したように、残部5Aを溶解させて除去する。

【0077】

最後に、図24に示したように、部分層6, 10をマスクとして、ウェットエッティングによって、あるいはイオンミリング、反応性イオンエッティング等のドライエッティングによって、電極膜2のうち、1層目の部分層6の下に存在する部分以外の部分を除去する。このようにして、それぞれフレームめっき法によって形成され、積層された2層の部分層6, 10を有するパターン化薄膜が形成される

【0078】

次に、本実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法の実施例について説明する。本実施例では、1層目のフレーム5を形成する工程までは、第1の実施の形態における実施例と同様である。

【0079】

本実施例では、次に、フレーム5を用いて電気めっきを行って、Cuよりなる1層目の部分層6を形成した。めっき浴としては、Cuのめっきに用いられる一般的な硫酸銅浴を用いた。本実施例では、部分層6の厚さは70μmとし、部分層6の一部が溝部5aよりはみ出してフレーム5の上面の上に張り出すと共に、隣り合う張り出し部62a同士が接触するようにした。

【0080】

この後、塗布膜7Aの形成工程から、部分層10の形成工程までは、第1の実施の形態における実施例と同様である。

【0081】

本実施例では、次に、部分層6, 10を含む積層体を、アセトン中に浸漬し、揺動することによって、2層目のフレーム9の全体と、1層目のフレーム5の一部を溶解させて除去した。

【0082】

次に、イオンミリング装置を用いて、下記の条件で、隣り合う張り出し部62a同士が分離されるよう、張り出し部62aの一部をエッティングして除去した。イオンミリング装置としては、コモンウェルス社製8C（製品名）を用いた。イオンミリング装置における出力は、500W, 500mAとした。エッティング室内のガスの圧力は3mTorr（約0.399Pa）とした。イオン照射角度は0°（イオン照射方向が基板に垂直）とした。

【0083】

次に、部分層6, 10を含む積層体を、アセトン中に浸漬し、揺動することによって、残部5Aを溶解させて除去した。

【0084】

次に、第1の実施の形態における実施例と同じ条件で、電極膜2のうち、1層目の部分層6の下に存在する部分以外の部分をエッチングして除去した。

【0085】

このようにして、部分層6、10からなり、ピッチが70μm、厚さが120μmで、10ターンの薄膜コイルが得られた。

【0086】

本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0087】

なお、本発明は上記各実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、本発明は、それぞれフレームめっき法によって形成され、積層された3層以上の部分層を有するパターン化薄膜を形成する場合にも適用することができる。

【0088】

積層された3層以上の部分層を有するパターン化薄膜を形成する場合も含めて、本発明を一般化して表現すると、以下のようになる。すなわち、本発明のパターン化薄膜形成方法は、積層されたM層（Mは2以上の整数）の部分層を有するパターン化薄膜を形成する方法であって、それぞれフレームめっき法によって1層目の部分層からM層目の部分層までを順に形成する各工程を備えている。この各工程は、それぞれ、下層の上に液状レジストを塗布して塗布膜を形成する工程と、塗布膜に対して熱処理を施すことによってレジスト層を形成する熱処理工程と、レジスト層をパターニングして、溝部を有するフレームを形成する工程と、フレームを用いてめっきを行って部分層を形成するめっき工程とを含んでいる。N層目（Nは1以上、M-1以下の整数）の部分層を形成する工程中のめっき工程は、部分層が、溝部内に収納され且つ側壁を有する第1の部分と、溝部よりはみ出し且つ第1の部分に連結された第2の部分とを含み、第2の部分は第1の部分の側壁よりも外側に張り出した張り出し部を有するように、部分層を形成する。

【0089】

N層目の部分層を形成する工程中のめっき工程は、隣り合う張り出し部同士が接触しないように部分層を形成してもよい。あるいは、N層目の部分層を形成する工程中のめっき工程は、隣り合う張り出し部同士が接触するように部分層を形成し、N層目の部分層を形成する工程は、更に、めっき工程の後で、隣り合う張り出し部同士が分離されるよう、張り出し部の少なくとも一部をエッティングによって除去する工程を含んでいてよい。

【0090】

本発明のパターン化薄膜は、1層目の部分層からM層目 (Mは2以上の整数) の部分層まで順に積層されたM層の部分層を備えたものであって、N層目 (Nは1以上、M-1以下の整数) の部分層は、側壁を有する第1の部分と、第1の部分におけるN+1層目の部分層に近い端部に連結された第2の部分とを含み、第2の部分は第1の部分の側壁よりも外側に張り出した張り出し部を有するものである。

【0091】

また、本発明は、第1の実施の形態で示した薄膜インダクタに限らず、薄膜磁気ヘッド、半導体デバイス、薄膜を用いたセンサ、薄膜を用いたアクチュエータ等の他のマイクロデバイスにおけるパターン化薄膜を形成する場合にも適用することができる。また、パターン化薄膜は、コイルに限らず、配線等であってよい。

【0092】

【発明の効果】

以上説明したように請求項1ないし3のいずれかに記載のパターン化薄膜形成方法では、N層目の部分層が、フレームの溝部内に収納され且つ側壁を有する第1の部分と、溝部よりはみ出し且つ第1の部分に連結された第2の部分とを含み、第2の部分は第1の部分の側壁よりも外側に張り出した張り出し部を有するよう、N層目の部分層が形成される。これにより、本発明では、N+1層目の部分層を形成する工程中の熱処理工程において、塗布膜あるいはその塗布膜よりも下に存在するフレームが発泡することを防止することが可能になる。従って、本発明によれば、フレームめっき法を用いて、幅が小さく且つ膜厚が大きいパター

ン化薄膜を形成することが可能になるという効果を奏する。

【0093】

また、請求項4記載のパターン化薄膜では、N層目の部分層は、側壁を有する第1の部分と、第1の部分におけるN+1層目の部分層に近い端部に連結された第2の部分とを含み、第2の部分は第1の部分の側壁よりも外側に張り出した張り出し部を有する。これにより、本発明では、フレームめっき法によってN+1層目の部分層を形成するために用いられるレジスト層を綺麗に形成することが可能になる。従って、本発明によれば、フレームめっき法を用いて、幅が小さく且つ膜厚が大きいパターン化薄膜を形成することが可能になるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法が適用されるマイクロデバイスの一例としての薄膜インダクタを示す斜視図である。

【図2】

本発明の第1の実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法における一工程を説明するための断面図である。

【図3】

図2に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図4】

図3に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図5】

図4に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図6】

図5に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図7】

図6に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図8】

図7に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図9】

図8に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図10】

図9に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図11】

図10に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図12】

図11に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図13】

図12に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図14】

図13に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図15】

本発明の第2の実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法における一工程を説明するための断面図である。

【図16】

図15に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図17】

図16に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図18】

図17に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図19】

図18に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図20】

図19に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図21】

図20に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図22】

図21に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図23】

図22に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図24】

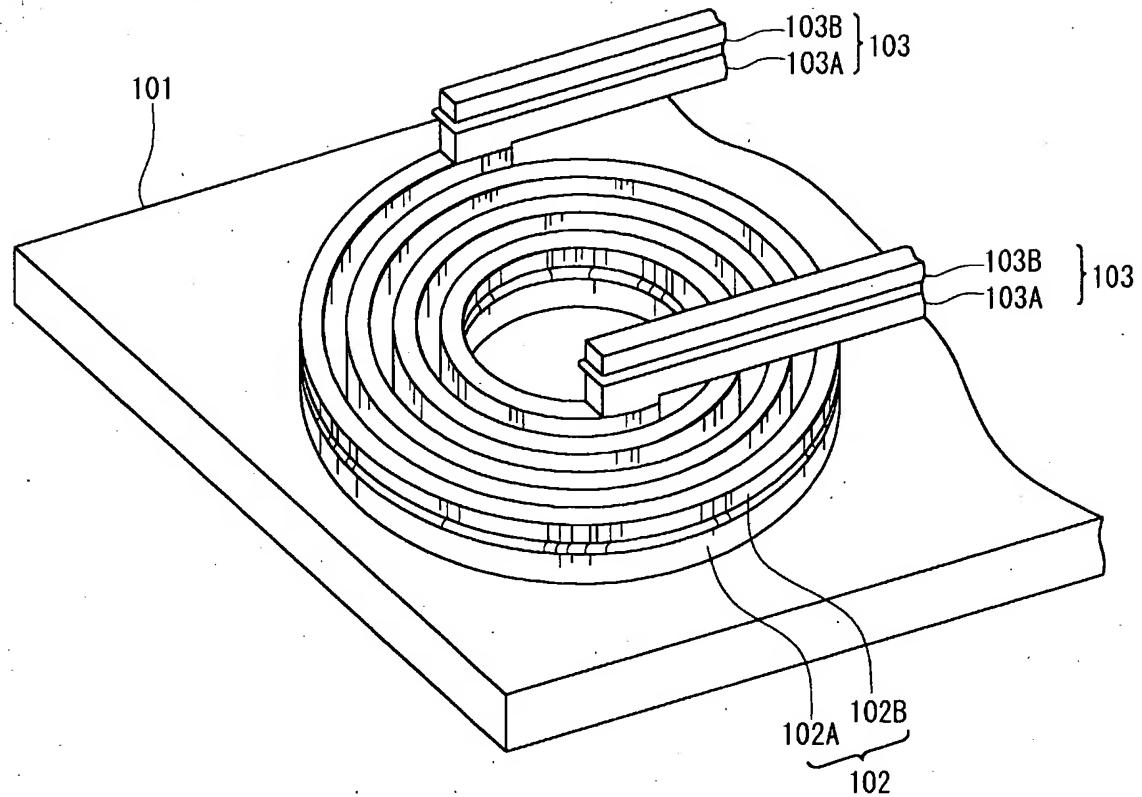
図23に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【符号の説明】

1…基板、2…電極膜、3A…塗布膜、3B…レジスト層、4…マスク、5…フレーム、5a…溝部、6…部分層、7A…塗布膜、7B…レジスト層、8…マスク、9…フレーム、10…部分層、61…第1の部分、61a…側壁、62…第2の部分、62a…張り出し部、101…基板、102…薄膜コイル、103…リード。

【書類名】 図面

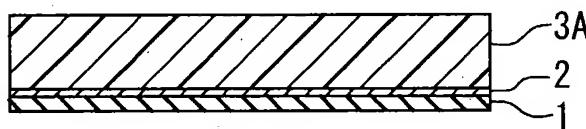
【図1】



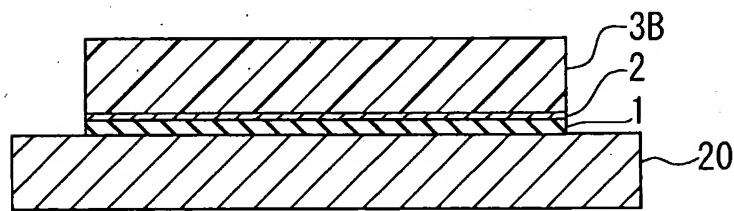
【図2】



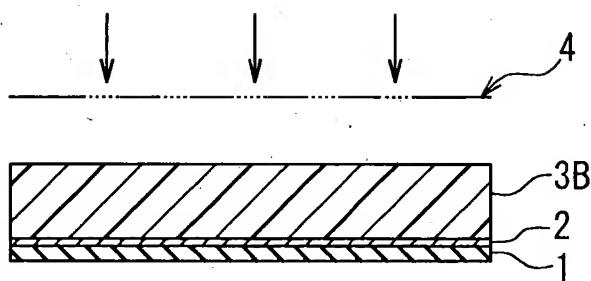
【図3】



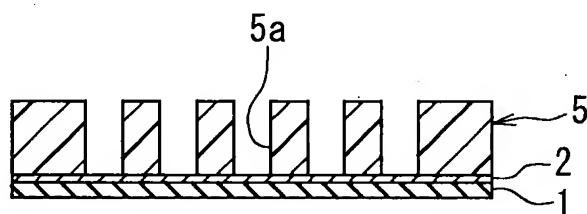
【図4】



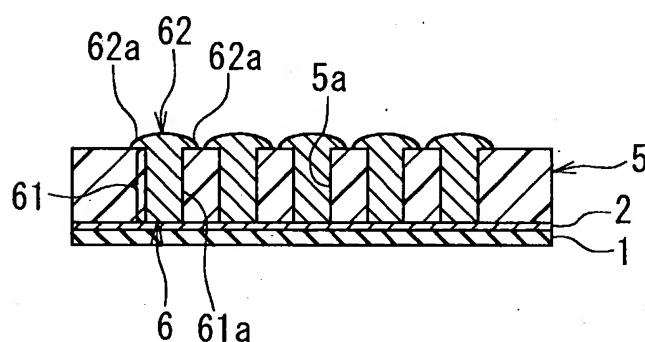
【図5】



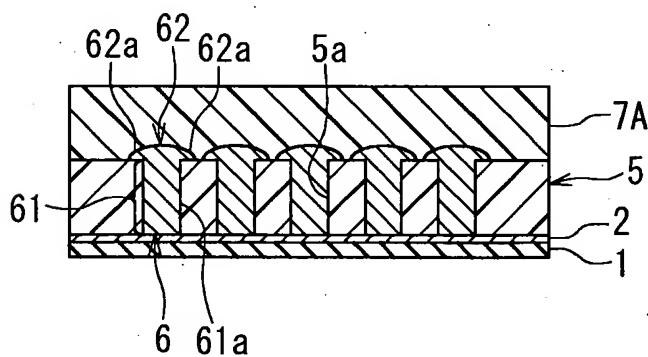
【図6】



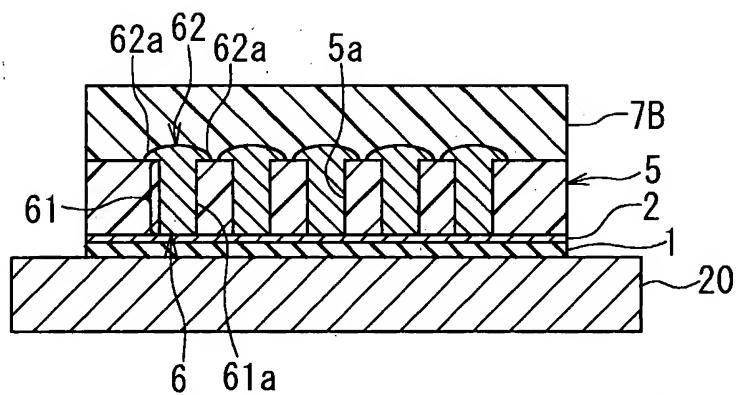
【図7】



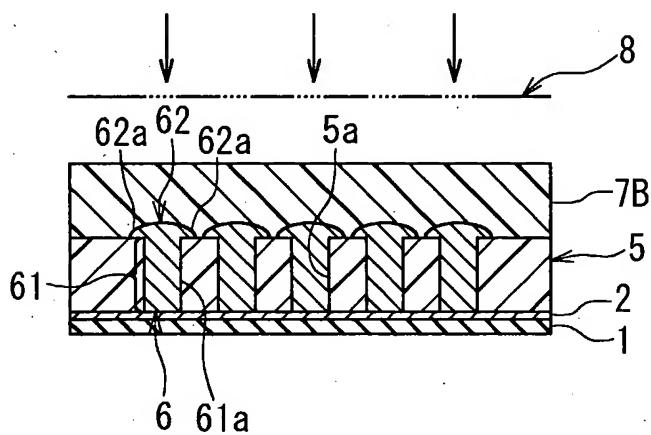
【図8】



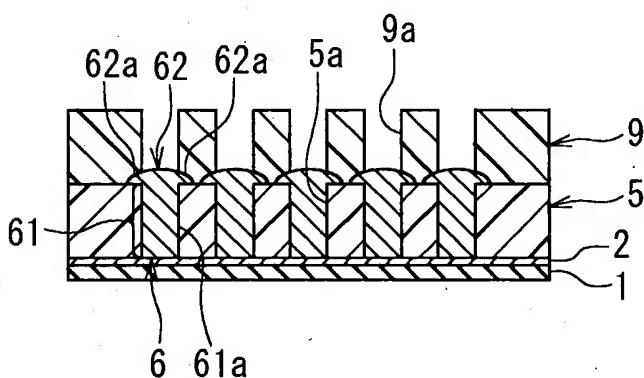
【図9】



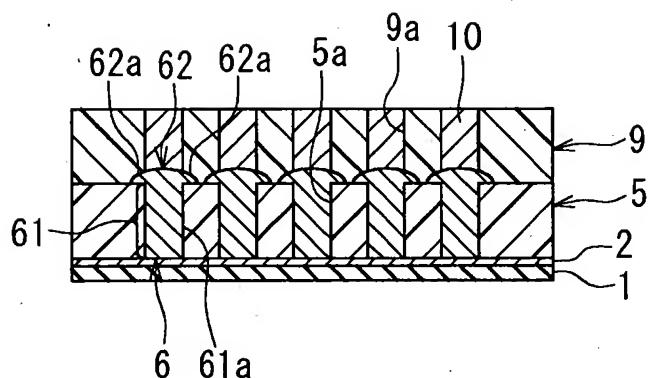
【図10】



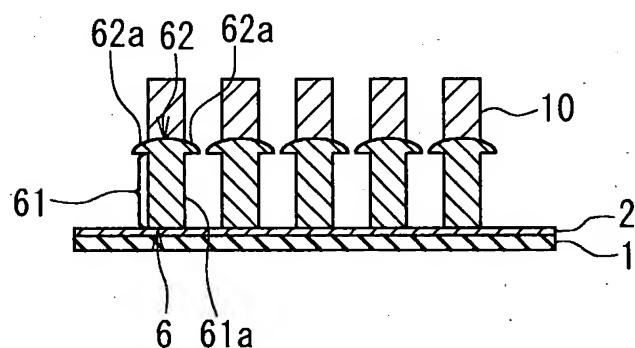
【図11】



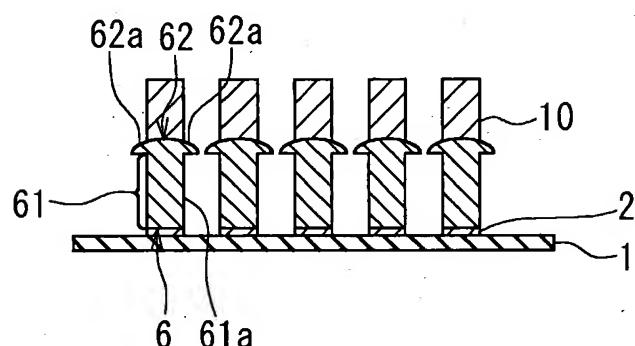
【図12】



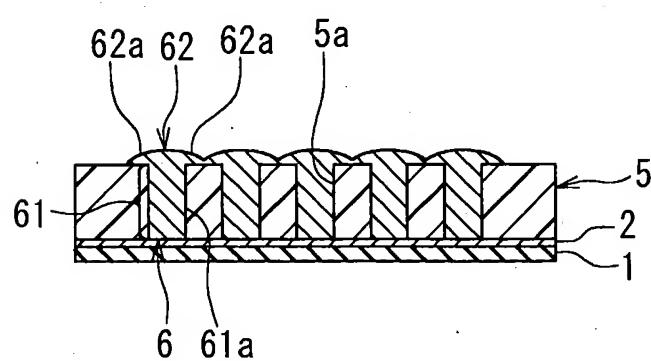
【図13】



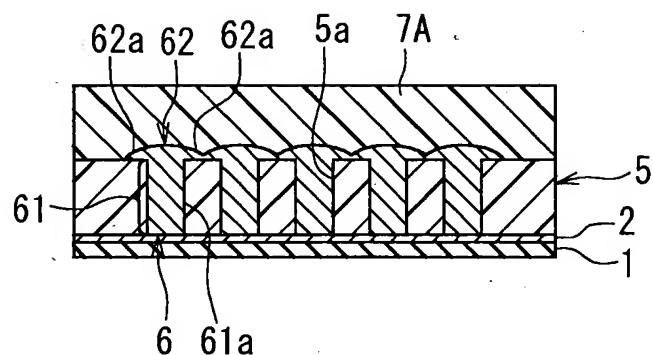
【図14】



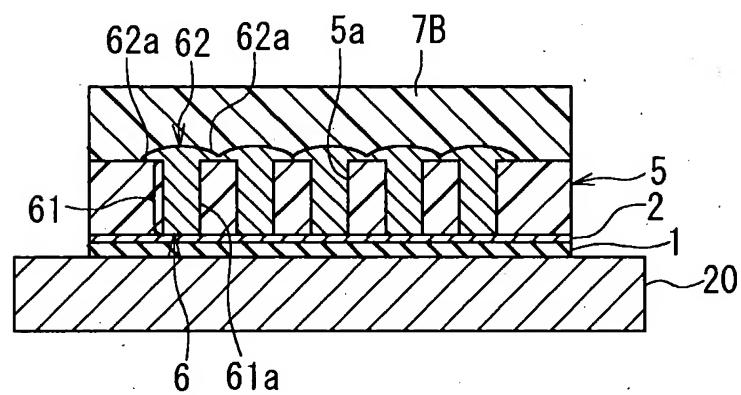
【図15】



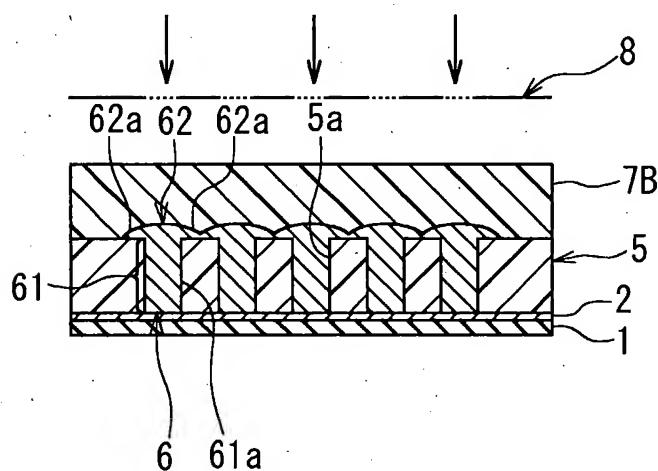
【図16】



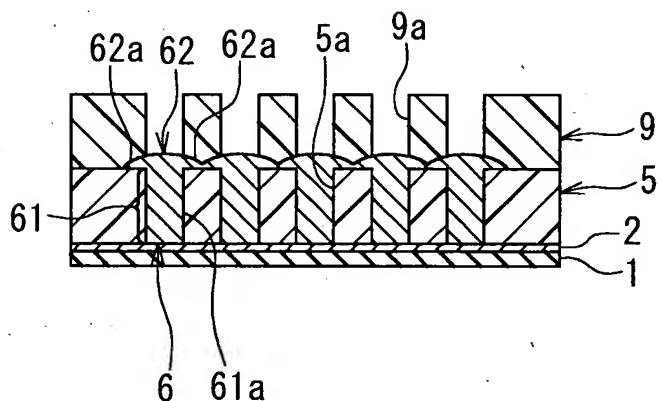
【図17】



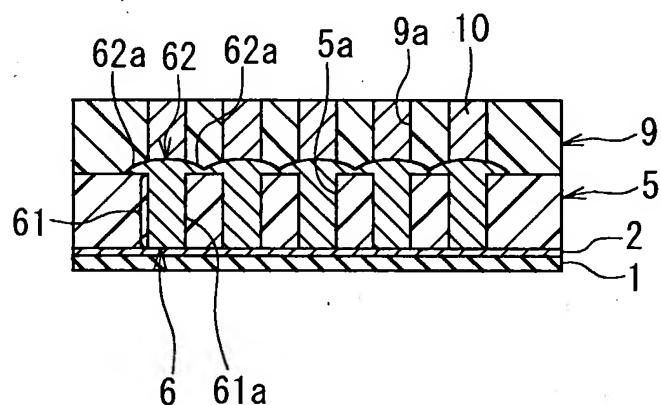
【図18】



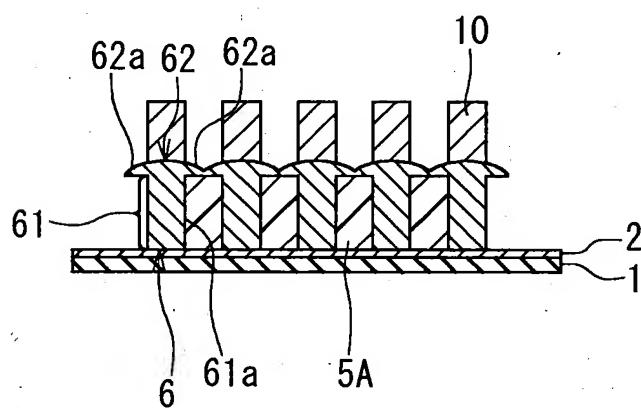
【図19】



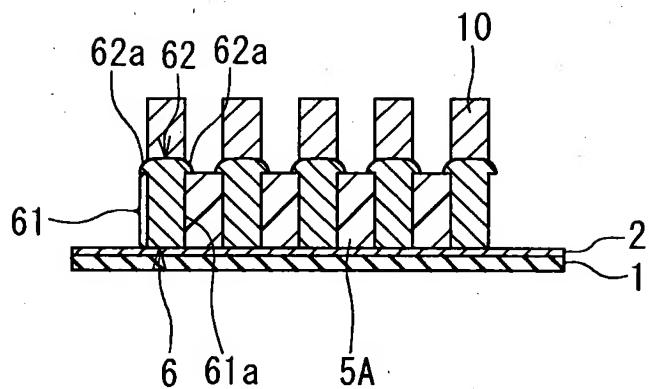
【図20】



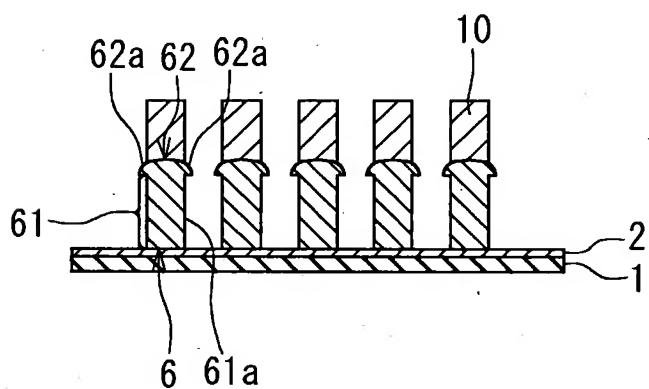
【図21】



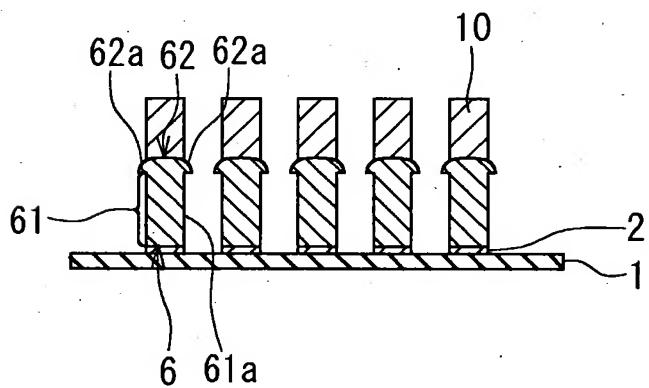
【図22】



【図23】



【図24】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フレームめっき法を用いて、幅が小さく且つ膜厚が大きいパターン化薄膜を形成する。

【解決手段】 パターン化薄膜形成方法は、1層目のめっき層6と2層目のめっき層10を形成する各工程とを備えている。各めっき層6, 10を形成する工程は、それぞれ、下層の上に液状レジストを塗布して塗布膜を形成する工程と、塗布膜に対して熱処理を施すことによってレジスト層を形成する熱処理工程と、レジスト層をパターニングしてフレーム5, 9を形成する工程と、フレーム5, 9を用いてめっきを行ってめっき層6, 10を形成する工程とを含んでいる。部分層6は、フレーム5の溝部5a内に収納され且つ側壁61aを有する第1の部分61と、溝部5aよりはみ出した第2の部分62とを含み、第2の部分62は側壁61aよりも外側に張り出した張り出し部62aを有する。

【選択図】 図12

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-214971
受付番号	50201087655
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成14年 7月25日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】 平成14年 7月24日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000003067]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都中央区日本橋1丁目13番1号
氏 名 ティーディーケイ株式会社